PART7 核反応とエネルギー 2

目標　核反応で発生するエネルギーと質量の関係を学びましょう。

Chapter1　核反応とエネルギー2

反応熱と質量

反応の前後では，**原子核の質量の和が異なる**。核反応でやり取りされるエネルギー（反応熱）は，**この差に相当するエネルギー**としても計算できる。

（Q：反応熱　Δm：反応前後の質量の差　c：光の速さ）

重要
核反応でやり取りされるエネルギーの計算には，2 つの方法があります。
①結合エネルギーの差から
②質量の差から

重要
反応の前後での質量の差は**質量欠損とは呼ばない**ので注意！

連鎖反応

原子炉などで行われている核分裂反応

$$ {}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3{}^{1}_{0}\mathrm{n} $$

では，反応で生じた中性子が他のウラン原子核 ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ に衝突し，これを繰り返すことで，次々と核反応が起こる。これを**連鎖反応**という。

もちろん，生じた中性子が ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ にきちんと衝突するように，ウランの濃度を高めておく必要がある。これを**ウラン濃縮**という。また，十分に濃縮して，連鎖反応が起こる状態を**臨界**という。

まとめ
核反応で生じるエネルギー：$Q = \Delta mc^2$

< Note >

Chapter2　演習問題

$$^{235}_{92}\mathrm{U} \quad + \quad ^{1}_{0}\mathrm{n} \quad \rightarrow \quad ^{141}_{56}\mathrm{Ba} \quad + \quad ^{92}_{36}\mathrm{Kr} \quad + \quad 3\,^{1}_{0}\mathrm{n}$$

この核反応について考える。ウラン $^{235}_{92}\mathrm{U}$，中性子 $^{1}_{0}\mathrm{n}$，バリウム $^{141}_{56}\mathrm{Ba}$，クリプトン $^{92}_{36}\mathrm{Kr}$ の質量を各々 235.0439 u，1.0087 u，91.8973 u，140.9139 u とする。また，1 u の質量は 9.3×10^2 MeV に相当する。

問 1　この核反応で失われる質量 u を求めよ。

問 2　この核反応で発生するエネルギー MeV を求めよ。

< Note >

第16講 PART7 確認問題

問1 次の核反応によって，$^{4}_{2}\mathrm{He}$ が1個生成する際に発生するエネルギーの大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，$^{2}_{1}\mathrm{H}$，$^{3}_{1}\mathrm{H}$，$^{4}_{2}\mathrm{He}$，$^{1}_{0}\mathrm{n}$ の質量をそれぞれ，2.0141 u，3.0160 u，4.0026 u，1.0087 u とし，質量1 u は 9.3×10^{2} MeV に相当するとする。

$$^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

① 15 MeV　② 17 MeV
③ 21 MeV　④ 24 MeV

問2 ウランを燃料とする原子力発電では，$^{235}_{92}\mathrm{U}$ の原子核に中性子を衝突させ，（　ア　）を起こしている。これを繰り返して，次々と（　ア　）が起こることを（　イ　）という。（　イ　）が持続的に起こる状態を臨界という。

空欄ア，イに当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① ア：核融合，イ：連鎖反応
② ア：核融合，イ：還元反応
③ ア：核分裂，イ：連鎖反応
④ ア：核分裂，イ：還元反応

< Note >

第 16 講　原子核

PART1　原子核

問 1　92

問 2　143

問 3　235

問 4　$+92e$

PART2　放射性崩壊と放射線

α 崩壊：7 回

β 崩壊：4 回

PART3　半減期

問 1　$\dfrac{1}{32}$

問 2　1.7×10^4 年

PART4　質量とエネルギーの関係

5.4×10^{18} J

PART5　結合エネルギーと質量欠損

質量欠損：0.0993 u

結合エネルギー：92 MeV

PART6　核反応とエネルギー1

4.8 MeV

PART7　核反応とエネルギー2

問 1　0.2153 u

問 2　2.0×10^2 MeV

第16講　PART7　確認問題　解答

問1　②

解説：

この核反応によって失われる質量は,

$$\Delta m = (2.0141+3.0160) - (4.0026 + 1.0087)$$
$$= 5.0301 - 5.0113 = 0.0188 \text{ u}$$

1 u は 9.3×10^2 MeV に相当するので,

$$Q = 0.0188 \times (9.3 \times 10^2) = 17.484 \fallingdotseq 17 \text{ [MeV]}$$

問2　③

解説：

原子力発電では,

$$^{235}_{92}\text{U} + ^{1}_{0}\text{n} \rightarrow ^{141}_{56}\text{Ba} + ^{92}_{36}\text{Kr} + 3^{1}_{0}\text{n}$$

などの核分裂反応が起こっている。発生した中性子をさらに $^{235}_{92}$U に衝突させ，これを繰り返すことによって次々と核分裂反応が起こる。これを連鎖反応という。